

A la caza de las estrellas de quarks

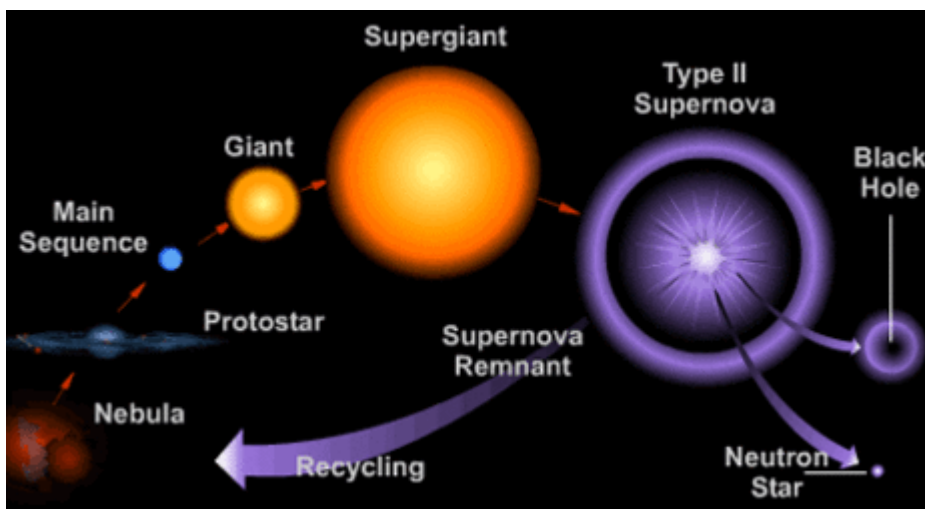


El remanente de supernova Cas A observado por NuSTAR (azul) y Chandra. NASA | JPL-CalTech | CXG | SAD

Nuevas observaciones del remanente de supernova Casiopea A parecen indicar que su estrella central sufrió dos explosiones sucesivas. La primera detonación formó una estrella de neutrones, mientras que la segunda, apenas unos días después, formaría una estrella de quarks. Estas últimas estrellas, cuya existencia ha sido predicha teóricamente, están siendo buscadas intensamente por los astrónomos.

Estrellas exóticas

Rachid Ouyed y su equipo en la Universidad de Calgary en Alberta (Canadá) llevan más de una década estudiando las propiedades de unos astros realmente exóticos: las estrellas de quarks. Los quarks (junto con los leptones) son los ladrillos más fundamentales de la materia. Unidos en grupos forman partículas subatómicas más familiares, como los protones y los neutrones. En concreto, un neutrón está formado por tres quarks diferentes: dos de tipo 'abajo' y uno de tipo 'arriba'. Si la naturaleza nos ha obsequiado con estrellas hechas de neutrones (los 'púlsares') y con agujeros negros, parece plausible que también puedan existir estrellas de quarks, objetos que, a primera vista, deberían poseer propiedades intermedias entre las de los dos anteriores.



El ciclo vital de una estrella masiva BROOKS | COLE THOMSON

Las estrellas de quarks se formarían de manera similar a los púlsares y a los agujeros negros, en unas explosiones de supernova que han venido a denominarse 'Novas de tipo quark', o simplemente 'novas quark'. En su 'Proyecto de Novas Quark', Ouyed trata de relacionar los avances de las teorías de partículas elementales que describen las

propiedades de los quarks con la física de los astros más densos para tratar de predecir las características de las estrellas de quarks y de las explosiones que deben formarlas.

Neutrones disgregados



Composición de Cas A observado en radio con el VLA NRAOJAJIM

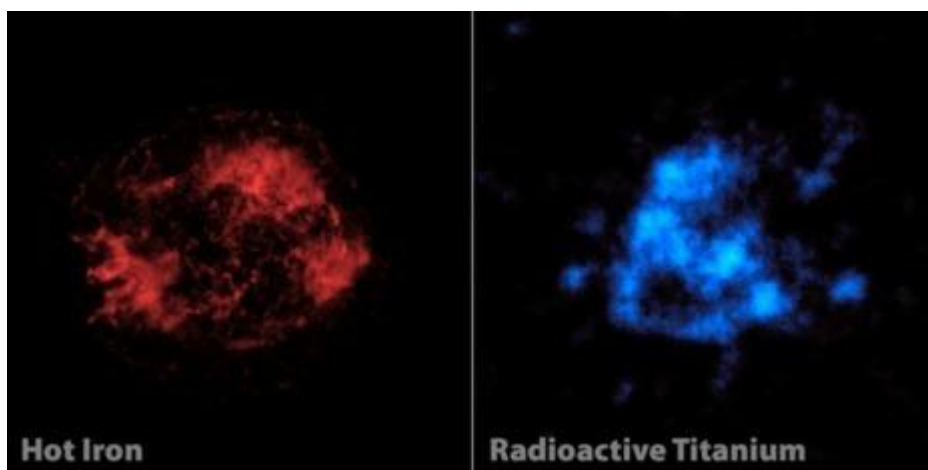
Cuando una estrella masiva explota como una supernova, queda un residuo en forma de estrella de neutrones, un objeto de densidad muy alta: si extrajésemos una cucharada de ella, nos encontraríamos con una masa de unos mil millones de toneladas. Si la masa de una estrella de neutrones aumenta, por ejemplo si cae sobre ella algo de materia adicional, el colapso gravitacional continúa y el incremento de presión puede hacer que los neutrones se disgreguen para dejar a los quarks sin confinar. Se origina así una estrella de quarks. La transición de una estrella de neutrones a una de quarks

podría explicar algunos de los procesos más violentos de los observados en el universo, como algunos estallidos de rayos gamma o las explosiones de supernovas super-luminosas. Quizás por ello, el interés por estas estrellas de quarks está subiendo rápidamente. En los últimos meses, revistas de prestigio como Nature y New Scientist les han prestado atención. Pero, hasta hace poco, las estrellas de quarks no eran más que una predicción teórica y el siguiente paso, al que se han aplicado intensamente los astrónomos, es la detección observacional de alguna de estas estrellas o de las explosiones que las producen. La teoría predice que las novae de quarks son explosiones que deben suceder al cabo de unos días o semanas tras la explosión de una supernova estándar y, por tanto, cabe esperar que los gases remanentes de la primera explosión enmascaren los efectos de la segunda. Es preciso estudiar la estructura y composición de tales remanentes para detectar los indicios de la explosión quark.

Hierro y titanio

En una supernova estándar los elementos se forman unos a partir de otros durante, o poco después de, la explosión. En concreto, el hierro y el titanio deben formarse en el mismo lugar de la explosión y deben presentar una distribución espacial muy similar.

Ouyed y sus colaboradores han estudiado la estructura del remanente de supernova Casiopea A (Cas A). El estallido de esta supernova sucedió hace tres siglos, creando así una fuente de ondas de radio de las más intensas del cielo. En el óptico, el remanente es una nebulosa de brillo débil, pero perfectamente observable con los telescopios actuales, tanto desde tierra como desde el espacio. Ouyed y su equipo han observado Cas A durante largos periodos con los dos telescopios espaciales de rayos X de la NASA, Chandra y NuSTAR, para obtener mapas con las distribuciones de los diferentes elementos presentes en la nebulosa. El mapa realizado con Chandra de la distribución de hierro (a muy altas temperaturas) muestra una morfología muy diferente al realizado por NuSTAR para el titanio. No solo las distribuciones de hierro y titanio son 'complementarias' sino que la abundancia medida de titanio es muy alta, mientras que la de hierro es muy baja. La explicación propuesta por Ouyed es que una explosión de tipo quark destruyó el hierro que existía originalmente, convirtiéndolo en elementos más ligeros como el titanio.



Hierro y Titanio observados en Cas A NASA | JPL-CalTech | CXC | SAO

Naturalmente hay otras explicaciones alternativas, por ejemplo Brian Grefenstette, de CalTech, ha propuesto que durante la primera explosión de supernova, parte del contenido de la propia estrella, y en concreto los metales, podría derramarse en el espacio contribuyendo así a la distribución observada de hierro y titanio. Pero si estos metales

proceden de la propia estrella (y no han sido creados en las explosiones) no se comprende por qué presentan una distribución espacial tan diferente.

¿Entelequia?

Los indicios de una nova de tipo quark en Cas A no son un caso aislado, sino que vienen a sumarse a los encontrados en otras tres supernovas (SN2005ap, SN2005gj y SN2006gy) que también presentan síntomas de los predichos en la formación de estrellas de quarks. A estos indicios hay que sumar las observaciones de algunas estrellas ultradensas, originalmente consideradas de neutrones, que parecen presentar algunas de las características esperadas para las estrellas de quarks. Todo sumado parece indicar que las estrellas de quarks pueden resultar ser algo más que una entelequia y que su estudio, en un futuro muy próximo, puede proporcionarnos una oportunidad real para observar cómo se comporta la materia con densidades extremadamente altas.

También interesante

- Una estrella de neutrones encierra una masa varias veces superior a la del Sol en un diámetro de unos 12 kilómetros. Su giro es extremadamente rápido: alcanza varias decenas de miles de revoluciones por minuto.
- La supernova que dio lugar al remanente Cas A es observada hoy en el estado correspondiente a unos 300 años tras la explosión. Sin embargo hay que tener en cuenta que Cas A se encuentra a unos 10.000 años luz de distancia, por lo que realmente la explosión tuvo lugar hace unos 10.300 años. Los gases en el remanente se expanden desde la posición de la estrella central a una velocidad de unos 4.000 kilómetros por segundo.
- Los resultados de Ouyed y colaboradores sobre Cas A serán publicados próximamente en la revista *The Astrophysical Journal*.